

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-203234

(43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl. H01L 21/60

H01L 21/52

(21)Application number : 2000-012738

(71)Applicant : SHINKAWA LTD

(22)Date of filing : 21.01.2000

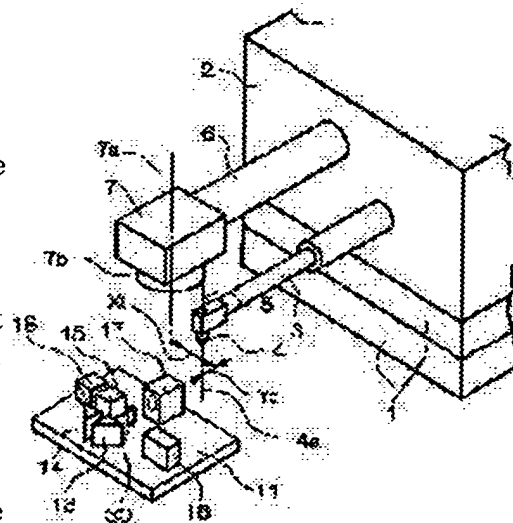
(72)Inventor : HAYATA SHIGERU
KYOMASU RYUICHI
ENOKIDO SATOSHI
SASANO TOSHIAKI

(54) BONDING DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the need for an exclusive camera for calibrating offset when using a reference member for calibrating offset.

SOLUTION: An axis center 4a of a tool 4 is brought closer to a reference member 30, laser diodes 16 and 17 are sequentially turned on for picking up the images of the reference member 30 and the tool 4 in X and Y directions by a camera 7 for detecting positions, and the amount of deviation of the tool 4 and the reference member 30 is measured. The camera 7 for detecting positions is brought closer to the reference member 30 to measure the amount of deviation between a light axis 7a of the camera 7 for detecting positions and the reference member 30 using the camera 7 for detecting positions. Based on the measurement values and the amount of travel, an accurate amount of offset is obtained. The image light of the tool 4 and the reference member 30 is guided to the camera 7 for detecting positions by prisms 13, 14, and 18, and a half mirror 15, thus eliminating the need for an exclusive camera for detecting the amount of deviation between the tool 4 and the reference member 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.05.2001

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-203234

(P2001-203234A)

(43)公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 L 21/60	3 0 1	H 0 1 L 21/60	3 0 1 L 5 F 0 4 4
	3 1 1		3 0 1 G 5 F 0 4 7
21/52		21/52	3 1 1 T
			F

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2000-12738(P2000-12738)

(22)出願日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(71)出願人 000146722

株式会社新川

東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1

(72)発明者 早田 滋

東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1

株式会社新川内

(72)発明者 京増 隆一

東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1

株式会社新川内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

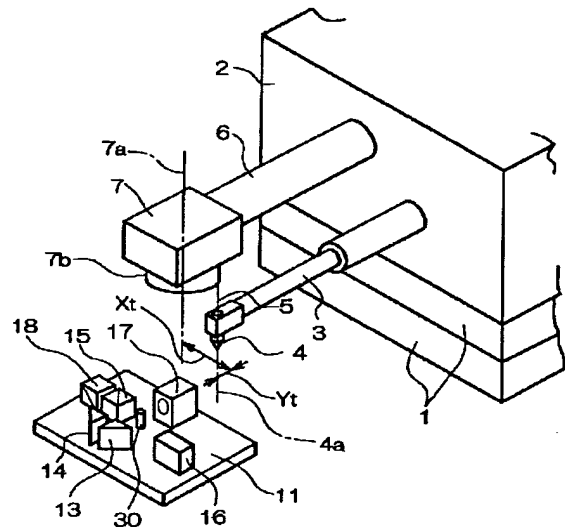
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ボンディング装置およびボンディング方法

(57)【要約】

【課題】 オフセット補正にリファレンス部材を用いる場合に専用のオフセット校正用カメラを不要とする。

【解決手段】 ツール4の軸心4aをリファレンス部材30に近接させ、レーザダイオード16, 17を順次点灯してリファレンス部材30およびツール4のXY方向の像を位置検出用カメラ7で撮影し、ツール4とリファレンス部材30のずれ量を測定する。位置検出用カメラ7をリファレンス部材30に近接させて位置検出用カメラ7の光軸7aとリファレンス部材30とのずれ量を位置検出用カメラ7で測定する。これらの測定値と移動量とに基づき、正確なオフセット量を求める。プリズム13, 14, 18およびハーフミラー15によりツール4およびリファレンス部材30の像光を位置検出用カメラ7に導くので、ツール4とリファレンス部材30とのずれ量検出のための専用のカメラは不要となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、

所定位置に配置されたリファレンス部材と、

前記ボンディング部品を処理する処理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導く光学部材とを備えてなるボンディング装置。

【請求項2】 請求項1に記載のボンディング装置において、

前記光学部材は、前記処理部材および前記リファレンス部材を複数の互いに異なる方向から捉えた像光を前記位置検出用撮像器に導くことを特徴とするボンディング装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載のボンディング装置において、

前記位置検出用撮像器はテレセントリックレンズを備えていることを特徴とするボンディング装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載のボンディング装置において、

前記位置検出用撮像器への光路中に補正レンズを更に備え、

当該補正レンズを介し前記位置検出用撮像器の結像面上にリファレンス部材および処理部材の像が結像することを特徴とするボンディング装置。

【請求項5】 請求項4に記載のボンディング装置において、

前記補正レンズは前記リファレンス部材と一体的に保持されていることを特徴とするボンディング装置。

【請求項6】 ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、

所定位置に設置されたリファレンス部材と、

前記ボンディング部品を処理する処理部材および前記リファレンス部材を照射すべき光源と、

前記光源からの照射により前記処理部材および前記リファレンス部材の像が射影されるスクリーン部材とを備え、

前記位置検出用撮像器により前記ボンディング部品を撮像する姿勢における前記位置検出用撮像器から前記ボンディング部品までの距離と、前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた姿勢における前記位置検出用撮像器から前記スクリーン部材までの距離が略同等であることを特徴とするボンディング装置。

【請求項7】 ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、当該位置検出用撮像器に対しオフセットして設けられ前記ボンディング部品を処理する処理部材と、所定位置に設置されたリファレンス部材とを備えたボンディング装置におけるボンディング方法であって、前記位置検出用撮像器を前記リファレンス部材に近接させた第一の姿勢における前記位置検出用撮像器と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器で

測定するステップと、

前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた第二の姿勢における前記処理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導いて前記処理部材と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器により測定するステップと、

これらの測定結果と前記第一の姿勢と第二の姿勢との間における前記位置検出用撮像器および前記処理部材の移動量とに基づいて正確なオフセット量を求めるステップと、を備えたボンディング方法。

【請求項8】 ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、当該位置検出用撮像器に対しオフセットして設けられ前記ボンディング部品を処理する処理部材と、所定位置に設置されたリファレンス部材とを備えたボンディング装置において、

前記位置検出用撮像器を前記リファレンス部材に近接させた第一の姿勢における前記位置検出用撮像器と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器で測定した測定値と、前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた第二の姿勢における前記処

理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導いて前記処理部材と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器により測定した測定値と、

これらの測定結果と前記第一の姿勢と第二の姿勢との間における前記位置検出用撮像器および前記処理部材の移動量と、

に基づいてオフセット量を求める演算制御装置を備えたボンディング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボンディング装置およびボンディング方法に係り、特にボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器とツールなどの処理部材とのオフセット量を正確に算出できる装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】以下、一例としてワイヤボンディング装置について説明する。XYテーブル上に搭載されたボンディングヘッドには、半導体デバイスなどのボンディング部品上のボンディング点を特定するためにボンディング部材上の基準パターンを撮像するための位置検出用カメラと、ボンディングを行うツールが一端に取り付けられたボンディングアームとが設けられている。そして、位置検出用カメラがボンディング部材上の基準パターンを撮像する際に、ツールおよびボンディングアームが位置検出用カメラの視野の妨げにならないように、位置検出用カメラの光軸とツールの軸心とは一定距離ずらしてボンディングヘッドに組付けられている。一般に、位置検出用カメラの光軸とツールの軸心との距離をオフセッ

トと呼んでいる。

【0003】位置検出用カメラはツールを移動させる位置を知るための基準点を求めるものであるから、位置検出用カメラがツールからどれだけオフセットされているかを知るとは非常に重要である。しかし、実際のオフセット量は、高温のボンディングステージからの輻射熱によるカメラホルダやボンディングアームの熱膨張により刻々変化するため、ボンディング作業の開始の際や作業の合間の適宜のタイミングで、オフセット量を校正する必要がある。

【0004】この目的から、出願人が提案しているボンディング方法および装置（特許第2982000号）では、所定位置にリファレンス部材を設置し、このリファレンス部材のリファレンス部の上方に位置検出用カメラを移動させてリファレンス部と位置検出用カメラの光軸との位置関係を測定し、また予め記憶されたオフセット量に従ってツールをリファレンス部上に移動させ、リファレンス部とツールとの位置関係をオフセット校正用カメラにより測定し、これらの測定結果に基づいて前記予め記憶されたオフセット量を補正して正確なオフセット量を求めている。この構成によれば、リファレンス部材を介することにより位置検出用カメラとツールのオフセット量を精度よく求めることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この構成では、ボンディング点の位置を検出するための位置検出用カメラと別途に、オフセット補正のための専用のオフセット校正用カメラが必要であるため、構成が複雑にすぎるといった問題点があった。

【0006】本発明は上記課題を解決すべくなされたものであって、その目的は、リファレンス部材を用いる場合にも専用のオフセット校正用カメラを用いずに済むような装置および方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】第1の本発明は、ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、所定位置に配置されたリファレンス部材と、前記ボンディング部品を処理する処理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導く光学部材とを備えてなるボンディング装置である。

【0008】第1の本発明では、処理部材およびリファレンス部材の像光を位置検出用撮像器に導く光学部材を備えたので、これにより、ボンディング部品の位置を検出する位置検出用撮像器を、処理部材の撮像とリファレンス部材の撮像とに兼用でき、リファレンス部材を用いる場合にも専用のオフセット校正用カメラを用いずに済ませることができる。なお、本明細書において処理部材とは、半導体デバイスに物理的加工を加える各種の加工ヘッドをいう。

【0009】第2の本発明は、第1の本発明のボンディ

ング装置において、前記光学部材は、前記処理部材および前記リファレンス部材を複数の互いに異なる方向から捉えた像光を前記位置検出用撮像器に導くことを特徴とするボンディング装置である。

【0010】第2の本発明では、処理部材およびリファレンス部材を複数の互いに異なる方向から捉えるので、これらにつきより正確な位置情報を得ることができる。

【0011】第3の本発明は、第1または第2の本発明のボンディング装置において、前記位置検出用撮像器はテレセントリックレンズを備えていることを特徴とするボンディング装置である。

【0012】ボンディング部品の位置を検出する位置検出用撮像器を、処理部材およびリファレンス部材の撮像に兼用する場合、ボンディング部品から位置検出用撮像器までの距離が、処理部材およびリファレンス部材から位置検出用撮像器までの距離と異なることに起因して、後者の像の大きさが変化し、その結果処理部材とリファレンス部材との位置関係が正しく検出できないことが考えられる。この点第3の本発明では、被写体位置が変動しても像の大きさ（すなわち、光軸からの距離）が変化しない特性をもつテレセントリックレンズを位置検出用撮像器に備えたので、これらの撮像に基づく位置関係の検出をいずれも正確に実行することができる。

【0013】第4の本発明は、第1ないし第3のいずれかの本発明のボンディング装置において、前記位置検出用撮像器への光路中に補正レンズを更に備え、当該補正レンズを介し前記位置検出用撮像器の結像面上にリファレンス部材および処理部材の像が結像することを特徴とするボンディング装置である。

【0014】第4の本発明では、位置検出用撮像器への光路中に補正レンズを更に備え、当該補正レンズを介し位置検出用撮像器の結像面上にリファレンス部材および処理部材の像が結像することとしたので、ボンディング部品から位置検出用撮像器までの距離が、処理部材およびリファレンス部材から位置検出用撮像器までの距離と異なる場合にも、これらの撮像をいずれも良好な合焦状態で実行することができる。

【0015】第5の本発明は、第4の本発明のボンディング装置において、前記補正レンズは前記リファレンス部材と一体的に保持されていることを特徴とするボンディング装置である。

【0016】第5の本発明では、補正レンズはリファレンス部材と一体的に保持されていることとしたので、処理部材およびリファレンス部材を撮像すべく位置検出用撮像器と処理部材とを移動すると、補正レンズが位置検出用撮像器への光路中に配置されることとなる。すなわち第5の本発明では、きわめて簡易な構成により光路中の補正レンズの介装および離脱を実行できる利点がある。

【0017】第6の本発明は、ボンディング部品を撮像

する位置検出用撮像器と、所定位置に設置されたリファレンス部材と、前記ボンディング部品を処理する処理部材および前記リファレンス部材を照射すべき光源と、前記光源からの照射により前記処理部材および前記リファレンス部材の像が射影されるスクリーン部材とを備え、前記位置検出用撮像器により前記ボンディング部品を撮像する姿勢における前記位置検出用撮像器から前記ボンディング部品までの距離と、前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた姿勢における前記位置検出用撮像器から前記スクリーン部材までの距離が略同等であることを特徴とするボンディング装置である。

【0018】第6の本発明では、光源により照射された処理部材およびリファレンス部材の像がスクリーン部材に射影される。ここで、位置検出用撮像器によりボンディング部品の位置を検出する姿勢における位置検出用撮像器からボンディング部品までの距離と、処理部材をリファレンス部材に近接させた姿勢における位置検出用撮像器からスクリーン部材までの距離とを略同等としたので、位置検出用撮像器はボンディング部品を撮影する場合と同様の合焦状態においてスクリーン部材を撮像でき、これにより、これらの撮像をいずれも良好な合焦状態で実行することができる。

【0019】第7の本発明は、ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、当該位置検出用撮像器に対しオフセットして設けられ前記ボンディング部品を処理する処理部材と、所定位置に設置されたリファレンス部材とを備えたボンディング装置におけるボンディング方法であって、前記位置検出用撮像器を前記リファレンス部材に近接させた第一の姿勢における前記位置検出用撮像器と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器で測定するステップと、前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた第二の姿勢における前記処理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導いて前記処理部材と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器により測定するステップと、これらの測定結果と前記第一の姿勢と第二の姿勢との間における前記位置検出用撮像器および前記処理部材の移動量とに基づいて正確なオフセット量を求めるステップと、を備えたボンディング方法である。

【0020】また第8の本発明は、ボンディング部品を撮像する位置検出用撮像器と、当該位置検出用撮像器に対しオフセットして設けられ前記ボンディング部品を処理する処理部材と、所定位置に設置されたリファレンス部材とを備えたボンディング装置において、前記位置検出用撮像器を前記リファレンス部材に近接させた第一の姿勢における前記位置検出用撮像器と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器で測定した測定値と、前記処理部材を前記リファレンス部材に近接させた第二の姿勢における前記処理部材および前記リファレンス部材の像光を前記位置検出用撮像器に導いて前記

処理部材と前記リファレンス部材との位置関係を前記位置検出用撮像器により測定した測定値と、これらの測定結果と前記第一の姿勢と第二の姿勢との間における前記位置検出用撮像器および前記処理部材の移動量と、に基づいてオフセット量を求める演算制御装置を備えたボンディング装置である。第7及び第8の本発明では、上記第1の本発明と同様の効果を得ることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を以下に図面に従って説明する。図1は本発明の第1実施形態である。図示のように、XYテーブル1に搭載されたボンディングヘッド2には、ボンディングアーム3が上下動可能に設けられ、ボンディングアーム3は図示しない上下駆動手段で上下方向に駆動される。ボンディングアーム3の先端部にはツール4が取り付けられ、ツール4にはワイヤ5が挿通されている。またボンディングヘッド2にはカメラホルダ6が固定されており、カメラホルダ6の先端部には、電荷結合素子(CCD)を備えた光電変換式の撮像器である位置検出用カメラ7が固定されている。位置検出用カメラ7の光軸7a、およびツール4の軸心4aはいずれも垂直に下方へ向かっている。光軸7aと軸心4aはXY方向にオフセット量Xt、Ytだけオフセットされている。XYテーブル1は、その近傍に設置された図示しない2個のバルスモータによりX方向およびY方向に正確に移動できるように構成されている。以上は周知の構造である。

【0022】図示しない半導体デバイスを位置決め載置する図示しないボンディングステージの近傍には、リファレンス部材30が載置されたリファレンス部材支持台11が設けられている。リファレンス部材支持台11には、プリズム13、14、18、ハーフミラー15、および照明用の光源としてのレーザダイオード16、17が設置されている。

【0023】図2に示すように、プリズム13はリファレンス部材30に対して図中下側に、またプリズム14はプリズム13に対して図中左側に、それぞれ設置されている。リファレンス部材30の図中左側にはハーフミラー15が、また右側にはレーザダイオード16が設置されており、またリファレンス部材30を挟んでプリズム13の反対側にはレーザダイオード17が設置されている。レーザダイオード16、17は平行光を生ずるように設定されている。ハーフミラー15の図中左側にはプリズム18が設置されている。プリズム18の反射面の中心とリファレンス部材30との間隔dwは、位置検出用カメラ7の光軸7aとツール4の軸心4aとのX方向のオフセット量Xtと略等しくする。

【0024】プリズム13の反射面は、X方向（すなわち、レーザダイオード16とハーフミラー15とのなす方向）に対し -45° の角度で交差しており、他方プリズム14の反射面とハーフミラー15の反射面とは互い

に平行とし、いずれもX方向に対し 45° の角度で交差している。プリズム18の反射面は、図3に示すように水平方向に対して 45° の角度で交差している。したがって、レーザダイオード17からの光はプリズム13、14で反射し、ハーフミラー15の反射面で反射してプリズム18の反射面に至る。他方、レーザダイオード16からの光はハーフミラー15を透過してプリズム18の反射面に至る。そして両レーザダイオード16、17からの光はプリズム18の反射面で反射して位置検出用カメラ7に導かれる。なお、プリズム13、14、18に代えてミラー等の鏡面体を用いてもよい。

【0025】位置検出用カメラ7は、テレセントリックレンズであるレンズ7bを備える。本明細書にいうテレセントリックレンズとは、テレセントリック光学系、すなわち結像する主光線がレンズの後側焦点を通るように構成した光学系をいう。テレセントリックレンズは、結像面への対向方向の位置ずれに対する許容範囲が広く、特に平行光である透過光で照射した場合に物体位置が変動しても像の大きさ（すなわち、光軸からの距離）が変化しないことで一般に知られており、各種の工業用測定器において採用されているが、ボンディング装置においてもテレセントリックレンズか、テレセントリックに近い特性を有する光学系が広く用いられている。

【0026】図4および図5に示すように、XYテーブル1は、演算制御装置20の指令によりXYテーブル制御装置21を介して駆動される。位置検出用カメラ7により撮像した画像は、電気信号に変換されて画像処理装置22により処理され、コンピュータよりなる演算制御装置20によって後述する方法により正確なオフセット量 X_t 、 Y_t が算出される。メモリ23には予めオフセット量 X_w 、 Y_w が記憶されている。そこで、正確なオフセット量 X_t 、 Y_t とメモリ23に予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w との差、すなわちオフセット較正量を ΔX 、 ΔY とすると、これら正確なオフセット量 X_t 、 Y_t 、予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w 、およびオフセット較正量 ΔX 、 ΔY は数1の関係になる。なお、図中24は入出力装置を示す。

【0027】

【数1】 $X_t = X_w + \Delta X$

$Y_t = Y_w + \Delta Y$

次にオフセット量 X_t 、 Y_t の算出方法を説明する。まず、図5中実線で示すように、ツール4の軸心4aがリファレンス部材30の近傍に位置するように、演算処理装置20の指令によりXYテーブル制御装置21を介してXYテーブル1を駆動し（図3）、ツール4をリファレンス部材30すれすれの高さまで下降させる。ここで、ツール4は、位置検出用カメラ7がツール4およびリファレンス部材30を撮像できる位置であればよく、リファレンス部材30の軸心30aにツール4の軸心4aを一致させる必要はない。

【0028】そして、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像し、両者の位置関係、すなわち ΔX_1 、 ΔY_1 を測定する。

【0029】まず、レーザダイオード16を点灯し、レーザダイオード17を消灯した状態とすれば、ツール4およびリファレンス部材30の像光は、レーザダイオード16からの光に対する影として、ハーフミラー15を透過しプリズム18の反射面で反射して位置検出用カメラ7に導かれる。その結果、位置検出用カメラ7では図6(a)のとおりの像が得られる。この画像に適宜の画像処理を施すことにより、ツール4の軸心4aとリファレンス部材30の軸心30aとのY方向のずれ量 ΔY_1 が算出される。

【0030】次に、レーザダイオード16を消灯し、レーザダイオード17を点灯した状態とすれば、ツール4およびリファレンス部材30の像は、レーザダイオード17からの光に対する影として、プリズム13、14を反射してハーフミラー15の反射面を反射し、さらにプリズム18の反射面を反射して位置検出用カメラ7に導かれる。その結果、位置検出用カメラ7では図6(b)のとおりの像が得られる。この画像に適宜の画像処理を施すことにより、ツール4の軸心4aとリファレンス部材30の軸心30aとのX方向のずれ量 ΔX_1 が算出される。

【0031】このようにしてツール4とリファレンス部材30との位置関係すなわち ΔX_1 、 ΔY_1 が測定されると、次に演算制御装置20は、メモリ23に予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w により、XYテーブル制御装置21を介してXYテーブル1を駆動し、図5において点線で示すように、位置検出用カメラ7をリファレンス部材30の近傍に移動させる。そして、この状態でリファレンス部材30を撮影し、その画像に適宜の画像処理を施すことにより、リファレンス部材30の軸心30aと、位置検出用カメラ7の光軸7aとのずれ量 ΔX_2 、 ΔY_2 を算出する。

【0032】もし、予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w が正確なオフセット量 X_t 、 Y_t であれば、オフセット較正量 ΔX 、 ΔY は0であるので、 ΔX_1 、 ΔY_1 は ΔX_2 、 ΔY_2 に一致する筈である。しかし、予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w が大体の値であった場合、またカメラホルダ6やボンディングアーム3が熱的影響により膨張し、オフセット量 X_t 、 Y_t が変化した場合には、 ΔX_1 、 ΔY_1 は ΔX_2 、 ΔY_2 に一致せず、誤差（オフセット較正量） ΔX 、 ΔY が生じる。そこで、測定値 ΔX_1 、 ΔY_1 と測定値 ΔX_2 、 ΔY_2 とにより、数2によりオフセット較正量 ΔX 、 ΔY を算出する。

【0033】

【数2】 $\Delta X = \Delta X_1 - \Delta X_2$

$\Delta Y = \Delta Y_1 - \Delta Y_2$

そこで、演算制御装置20は数2によりオフセット較正

量 ΔX 、 ΔY を算出し、数1により予め記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w にオフセット較正量 ΔX 、 ΔY を加算して正確なオフセット量 X_t 、 Y_t を算出し、メモリ23に記憶されたオフセット量 X_w 、 Y_w を正確なオフセット量 X_t 、 Y_t に補正(更新)する。このようにして求められたオフセット量 X_w 、 Y_w は、以後のボンディング作業において位置検出用カメラ7とツール4のオフセット量として用いられる。

【0034】このように、本実施形態では、ツール4およびリファレンス部材30の像光を位置検出用カメラ7に導くプリズム13、14、18およびハーフミラー15を備えたので、これにより、ボンディング部品の位置を検出する位置検出用カメラ7を、ツール4およびリファレンス部材30の撮像に兼用でき、専用のオフセット較正用カメラを用いずに済ませることができる。

【0035】また、位置検出用カメラ7を、ツール4およびリファレンス部材30の撮像に兼用する場合、ボンディング部品から位置検出用カメラ7までの距離が、ツール4およびリファレンス部材30から位置検出用カメラ7までの距離と異なることに起因して、後者の像の大きさが変化し、その結果ツール4とリファレンス部材30との位置関係が正しく検出できないことが考えられる。この点本実施形態では、被写体位置が変動しても像の大きさが変化しない特性をもつテレセントリックレンズであるレンズ7bを位置検出用カメラ7に備えたので、これらの撮像に基づく位置関係の検出をいずれも正確に実行することができ好適である。また、ツール4およびリファレンス部材30を複数の互いに異なる方向から捉えた像を位置検出用カメラ7に導く構成としたので、これらにつきより正確な位置情報を得ることができる。

【0036】なお、本実施形態では平行光を生ずるように設定されたレーザダイオード16、17を用いる構成としたが、このような構成に代えて、ピンホールとレンズとを非平行光の光源と組み合わせ、これにより平行光を得る構成としてもよい。この場合の非平行光の光源としては、例えばLED(発光ダイオード)、ハロゲンランプ、タングステンランプ、あるいは光ファイバの出射口などが好適である。ピンホールはなくてもよいが、ピンホールを用いない場合には光線の平行度は劣ることとなる。

【0037】次に、第2実施形態について説明する。図14(a)に示す第2実施形態は、3個のプリズム93とハーフミラー95とを図示のように互いに接するように配置し、さらに、反射光を上向きに反射して位置検出用カメラ7に導くために45°傾斜した反射面を有するプリズム18をやはり接するように配置して、レーザダイオード16、17で2方向から照射する構成としたものである。また図8に示すように、位置検出用カメラ7に装着されるレンズ7cは図示しない駆動装置により図

4における演算制御装置20の制御出力に応じて焦点距離を変更可能に構成されており、レンズ7cのピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1 だけ離れたプリズム18の反射面18aの中心18bと、位置検出用カメラ7の結像面から距離 $d_1 + d_2$ だけ離れたリファレンス部材30の軸心30aとの間で変更できる構成とする。レンズ7cはテレセントリックレンズでなくてもよい。なお図8においてはプリズム93およびハーフミラー95は図示を省略しており、また以下の各実施形態において特に言及していない構成は上記第1実施形態のものと同様であるので同一符号を付し、その説明は省略することとする。

【0038】しかして第2実施形態では、ピント位置までの距離を $d_1 + d_2$ とした状態で、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させると共に、レンズ7cを駆動してピント位置までの距離を d_1 に変更し、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像するものである。

【0039】このように本実施形態では、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する場合と、位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する場合とで、それぞれ適切なピント位置を選択することとしたので、これらの撮像をいずれも良好な合焦状態で実行できるという利点がある。また本実施形態では、ツール4およびリファレンス部材30からの光路長を2方向で互いに等しくすることができる上、3個のプリズム93およびプリズム18とハーフミラー95とが互いに接するので光学部材の組立て精度を容易に得ることができる。

【0040】なお、本実施形態ではレンズ7cを駆動することによりピント位置を変更する構成としたが、このような構成に代えて、位置検出用カメラ7自体を昇降させる上下駆動手段を設け、この昇降により焦点合わせを行う構成としても、同様の効果を得ることができる。

【0041】また、本実施形態の変形例として、図14(b)のように、4個のプリズム103とハーフミラー105、それに反射光を上向きに反射して位置検出用カメラ7に導くために45°傾斜した反射面を有するプリズム108を図示のごとく互いに接するように配置してもよい。この場合には、2方向から照射するためのレーザダイオード96、97を互いに隣接して配置できる利点がある。さらに、2方向から照射するための光源を単一にして、うち一方向に相当する光路を機械式シャッターや液晶シャッターにより選択的に、あるいは遮断度(ないし透過度)を異にして位置検出用カメラ7に導入することにより、2方向からのツール4およびリファレンス部材30の像を分離することができる。この場合には更に、位置検出用カメラ7の撮影した画像を、機械式シャ

ッターや液晶シャッターによる遮断度の変更と同期させて振り分けることにより、2方向からの画像を互いに分離することができる。

【0042】次に、第3実施形態について説明する。図9に示す第3実施形態は、位置を異にして設けられた撮像素子37b、37cを有する位置検出用カメラ37を備えており、撮像素子37bからのピント位置は、その結像面から距離 d_1 だけ離れたプリズム18の反射面18aの中心18bとし、撮像素子37cからのピント位置は、その結像面から距離 d_1+d_2 だけ離れたリファレンス部材30の軸心30aとする。残余の構成は上記第2実施形態と同様である。

【0043】この第3実施形態では、撮像素子37cによりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。次に位置検出用カメラ37を移動してリファレンス部材30に近接させ、撮像素子37bによりリファレンス部材30を直接撮像するものである。この構成によれば、撮像素子37cによりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する場合と、撮像素子37bによりリファレンス部材30を直接撮像する場合とで、それぞれ適切なピント位置が選択されるので、これらの撮像をいずれも良好な合焦状態で実行できる上、両撮像の間における機械的なピント位置の変更動作が不要になるという利点がある。

【0044】次に、第4実施形態について説明する。色消し補正がされていないレンズでは、光線の波長によりピント位置が異なる。第4実施形態はこの現象を利用したものである。すなわち第4実施形態では、図8に示すレンズ7cに代えて、色消し補正がされていないレンズを使用し、当該レンズは、青色の光に対するピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1 だけ離れたプリズム18の反射面18aの中心18bとし、赤色の光に対するピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1+d_2 だけ離れたリファレンス部材30の軸心30aとする。また位置検出用カメラ7の光学系には青色光源および赤色光源を設置し、これら青色光源および赤色光源からの光線が位置検出用カメラ7の光軸7aに沿って射出されるように構成する。残余の構成は上記第3実施形態と同様である。

【0045】しかして第4実施形態では、まず赤色光源を駆動して照明しつつ、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させ、青色光源を駆動して照明しつつ、リファレンス部材30を直接撮像するものである。この構成によれば、赤色光を用いてツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する場合と、青色光を用いてリファレンス部材30を直接撮像する場合とで、それぞれ適切なピント位置が選択されるので、第3実施形態と同様に、これらの撮像をいずれも良好な合焦状態で実行できる

上、両撮像の間における機械的なピント位置の変更動作が不要になるという利点がある。

【0046】次に、第5実施形態について説明する。図10に示す第5実施形態は、補正レンズ40を備えた点を特徴とする。位置検出用カメラ7に装着されたレンズ7dはテレセントリックレンズでなくてもよい。レンズ7dのみが用いられた場合のピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1 だけ離れたプリズム18の反射面18aの中心18bである。また、レンズ7dと補正レンズ40との両者が用いられた場合のピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1+d_2 だけ離れたリファレンス部材30の軸心30aである。補正レンズ40は、補正レンズ支持台42によりリファレンス部支持台11に固定されている。なお本実施形態では、図14(a)と同様に配置されたプリズム93およびハーフミラー95が用いられているが、図10では図示を省略している。

【0047】しかして第5実施形態では、位置検出用カメラ7により、補正レンズ40およびプリズム18を介して、ツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。この場合のピント位置までの距離は、補正レンズ40を介しているため d_1+d_2 となる。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させ、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する。この場合のピント位置までの距離は、補正レンズ40を介していないため d_1 となる。

【0048】このように第5実施形態では、リファレンス部支持台11についてはリファレンス部30と一体的に保持された補正レンズ40により、ピント位置までの距離を変更する構成としたので、ツール4およびリファレンス部材30を撮影する姿勢へ移動する動作に伴って補正レンズ40が光路中に介装されることとなり、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する場合と、位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する場合との間で、機械的・電気的手段による焦点合わせ操作が不要であるという利点がある。

【0049】次に、第6実施形態について説明する。図11に示す第6実施形態は、補正レンズ50を備えた点を特徴とする。本実施形態では図14(a)とほぼ同様に配置されたプリズム93およびハーフミラー95が用いられているが、補正レンズ50がプリズム93とハーフミラー95との間に介装されている点で異なる。補正レンズ50は、補正レンズ支持台52によりリファレンス部支持台11に固定されていると共に、プリズム93とハーフミラー95とに接している。なお理解の容易のため、図11においてはプリズム93およびハーフミラー95の図示を省略しており、補正レンズ50のみを模式的に示している。

【0050】位置検出用カメラ7に装着されたレンズ7eは、テレセントリックレンズでなくてもよい。レンズ7eのみが用いられた場合のピント位置は、プリズム18の反射面18aの中心18bである。またレンズ7eと補正レンズ50との両者が用いられた場合のピント位置は、リファレンス部材30の軸心30aである。しかし第6実施形態では、位置検出用カメラ7により、補正レンズ50およびプリズム18を介して、ツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。この場合のピント位置までの距離は、補正レンズ50を介しているため $d_1 + d_2$ となる。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させ、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する。この場合のピント位置までの距離は、補正レンズ50を介していないので d_1 となる。

【0051】このように第6実施形態では、上記第5実施形態と同様の利点を有する上、補正レンズ50を比較的低い高さ位置に配置するので、装置を比較的コンパクトに設計できる利点がある。また、上記第5実施形態と異なり、ツール4とリファレンス部材30の像をプリズム18の反射面18aの中心18bに結像させ、像をリレーしているため、より鮮明な像を得ることができる。

【0052】次に、第7実施形態について説明する。図12に示す第7実施形態は、平行平板70を備えた点を特徴とする。本実施形態では図14(a)と同様に配置されたプリズム93およびハーフミラー95が用いられているが、図12ではこれらの図示を省略している。位置検出用カメラ7に装着されたレンズ7fはテレセントリックレンズでなくてもよい。レンズ7fのみが用いられた場合のピント位置は、プリズム18の反射面18aの中心18bである。またレンズ7fと平行平板70との両者が用いられた場合のピント位置は、リファレンス部材30の軸心30aである。平行平板70は、平行平板支持台72によりリファレンス部支持台11に固定されている。

【0053】平行平板70はガラスを材料とする。平行平板70の屈折率が空気の屈折率と異なるため、この平行平板70を介することによりピント位置までの距離を変更することができるものである。なお平行平板70の材質は、プラスチックなどの他の透明体を用いてもよい。

【0054】しかし第7実施形態では、位置検出用カメラ7により、平行平板70およびプリズム18を介して、ツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像する。この場合のピント位置までの距離は、平行平板70を介しているため $d_1 + d_2$ となる。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させ、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する。この場合のピント位置までの距離は、平行平板70を介していないので d_1 となる。した

って第7実施形態では、上記第5実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0055】次に、第8実施形態について説明する。第8実施形態は、第6実施形態に対する光学部材の変形例というべきものであり、プリズム93およびハーフミラー95に代えて、図13(a)に示すように、ミラー81と、ミラー面82aおよびハーフミラー面82bを有するハーフミラー82とを互いに平行に配置し、レーザダイオード86、87によりリファレンス部材30を2方向から照射する。反射光の経路中にはプリズム88と補正レンズ89とを配置する。プリズム88は、反射光を上向きに反射して位置検出用カメラ7に導くために45°傾斜した反射面を有する。補正レンズ89は、リファレンス部支持台11に固定されており、上記第6実施形態におけるものと同様に、ピント位置までの距離を補正するものである。プリズム88の反射面の中心とリファレンス部材30との間隔 d_w は、位置検出用カメラ7の光軸7aとツール4の軸心4aとのX方向のオフセット量 X_t と略等しくする。残余の構成は上記第6実施形態と同様である。

【0056】この第8実施形態では、上記第6実施形態と同様に、位置検出用カメラ7により、補正レンズ89およびハーフミラー82を介して、ツール4およびリファレンス部材30の両方を撮像し、次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンス部材30に近接させ、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する。

【0057】しかし第8実施形態では、上記第6実施形態と同様の利点を有する上、上記第1実施形態ないし第6実施形態のものに比して光学部材の部品点数が少なく済む利点がある。

【0058】なお、第8実施形態におけるハーフミラー82では、その材質（例えばガラス）の屈折率が空気の屈折率と異なるため、2方向の光の光路長が等しくなるようにガラスの厚さを調整する必要がある。そのため、このハーフミラー82に代えて、図13(b)に示すように、ミラー83およびベリクルビームスプリッタ85を配置する構成としてもよく、この場合にはベリクルビームスプリッタ85の厚さが実質的に無視できるため、2方向の光の光路長を容易に等しくできる利点がある。

【0059】次に、第9実施形態について説明する。図15に示す第9実施形態では、光源であるレーザダイオード106、107を、リファレンス部支持台111ではなく、ボンディングヘッド2に設置したものである。この第9実施形態では、レーザダイオード106、107は、ツール4をリファレンス部材30に近接させた姿勢において、レーザダイオード107がプリズム113に、またレーザダイオード106がリファレンス部支持台111に設けられたプリズム109に、それぞれ対向するようにボンディングヘッド2に固定されてい

る。なお22はリードフレーム搬送用レール、24は図示しないボンディング部品が保持されるボンディングステージである。しかし第9実施形態では、レーザダイオード106、107をボンディングヘッド2に設置するので、これらをリファレンス部支持台111に設置する構成に比してリファレンス部支持台111を小型に設計できると共に、熱に弱いレーザダイオード106、107をボンディングステージ24の高熱から保護できる利点がある。なお、本実施形態におけるプリズム113、114およびハーフミラー115に代えて、図14

(b)に示すようなプリズム103およびハーフミラー105を用いても同様の効果を得ることができる。
【0060】次に、第10実施形態について図16に従って説明する。上記各実施形態においては、ツール4およびリファレンス部材30の像をプリズム18、88、108、118を介して位置検出用カメラ7に導く構成としたが、これに対し本実施形態では、ツール4およびリファレンス部材30の像をスクリーン部材128に射影する構成としたものである。

【0061】スクリーン部材128は、光線Lの入射方向に対し45°傾斜した投影面128aを備えており、投影面128aはミラーの表面に光拡散物質を塗布してなる。なお、投影面128aないしスクリーン部材128の材質としては、他にすりガラス、めっき、セラミック、樹脂などの光拡散性を有するものが好適である。また蛍光体、リン光体としてもよく、さらに、光源として赤外線を用いる場合には、赤外線検知シート（例えばKodak社から販売されているIR Detection Card（商標））を用いるのが好適である。さらに、液晶などを用い温度に応じて色が変わる温度検知シートを使用してもよい。

【0062】ツール4をリファレンス部材30に近接させた姿勢における位置検出用カメラ7からスクリーン部材128の投影面128aまでの距離 d_1 は、位置検出用カメラ7によりボンディング部品の位置を検出する姿勢における位置検出用カメラ7からボンディング部品までの距離、および位置検出用カメラ7によりリファレンス部材30を直接撮像する姿勢における位置検出用カメラ7からリファレンス部材30までの距離と略同等とする。したがって位置検出用カメラ7では、ボンディング

部品の位置を検出する際のピント合わせを変更せずに、投影面128aと、リファレンス部材30とを撮像することができる。なお本実施例においても上記第1実施形態と同様のプリズム13、14、ハーフミラー15およびレーザダイオード16、17を設置するが、図16ではこれらの図示を省略している。

【0063】しかし、第10実施形態では、レーザダイオード16、17により照射されたツール4およびリファレンス部材30の影がスクリーン部材128の投影面128aに射影される。ここで、本実施形態では投影

面128aに射影されたツール4とリファレンス部材30との影を撮像すれば、投影面128aからリファレンス部材30までの距離にかかわらずツール4およびリファレンス部材30の鮮明な像が得られ、光学部材を自由に設計できると共に、第5実施形態における補正レンズ40のようなピント位置を補正する手段が不要となる。

【0064】次に、第11実施形態について説明する。図17および図18に示す第11実施形態は、上面にリファレンスマーク135aを有するプリズム135を備えた点を特徴とする。位置検出用カメラ7に装着されたレンズ7gはテレセントリックレンズでなくてもよい。レンズ7gのみが用いられた場合のピント位置は、位置検出用カメラ7の結像面から距離 d_1 だけ離れたプリズム138の反射面138aの中心138bである。また、レンズ7gと補正レンズ140との両者が用いられた場合のピント位置は、リファレンスマーク135aの中心135bである。補正レンズ140は、補正レンズ支持台142によりリファレンス部支持台11に固定されている。

【0065】しかし第11実施形態では、位置検出用カメラ7により、補正レンズ140およびプリズム135、138を介して、ツール4およびリファレンスマーク135aの両方を撮像し、これを電気信号に変換して画像処理を施すことによりずれ量 ΔX_1 、 ΔY_1 を求める。次に位置検出用カメラ7を移動してリファレンスマーク135aに近接させ、その状態で位置検出用カメラ7によりリファレンスマーク135aを直接撮像し、これを電気信号に変換して画像処理を施すことによりずれ量 ΔX_2 、 ΔY_2 を求める。そしてこれらのずれ量から上記数2により正確なオフセット量を算出する。

【0066】このように第11実施形態では、リファレンス部支持台11ひいてはリファレンスマーク135aと一体的に保持された補正レンズ140により、ピント位置までの距離を変更する構成としたので、ツール4およびリファレンスマーク135aを撮像する姿勢へ移動する動作に伴って補正レンズ140が光路中に介装されることとなり、位置検出用カメラ7によりツール4およびリファレンスマーク135aの両方を撮像する場合と、位置検出用カメラ7によりリファレンスマーク135aを直接撮像する場合との間で、機械的・電気的手段による焦点合わせ操作が不要である。またツール4およびリファレンスマーク135aを撮像する場合にX方向の像の撮像とY方向の像の撮像とで光源を切換える等の操作を不要とすることができる。なお、本実施形態におけるレンズ7gとしてテレセントリックレンズを用いた場合や、両撮像の間でピント位置を変更する操作を行う場合、あるいはピント位置の異なる複数の撮像素子を用いる場合には、補正レンズ140を設けない構成としても、両撮像に基づく位置関係の検出をいずれも正確に実行することができる。また、プリズム135、138お

および補正レンズ140の寸法を適切に選択し、これらを互いに接するように配置してもよい。

【0067】なお、上記第1ないし第10実施形態では、互いに異なる2方向の光源を選択的に点灯、すなわち一方が点灯しているときに他方が消灯している構成としたが、このような構成に変えて、2方向の光源の一方の明度を上昇し、他方を下降する等により、両者の明度比を変更する構成としてもよい。また、2方向の光源の光の波長を互いに異にすると共に、位置検出用カメラ7の撮影した画像を波長に応じて分離し、分離された各波長の画像に画像処理を施す構成とすることもでき、この場合には2方向の光源を同時に点灯する構成とすることも可能である。

【0068】また、上記第1ないし第10実施形態では、ツール4およびリファレンス部材30を、互いに90°角度を異にして捉えた像を用いて、両者のずれ量を測定する構成としたが、両者の相対角度は90°でなくてもよい。また、リファレンス部材を設ける位置を各実施形態に示す位置に限られず、ボンディング部品により近い位置に設けてもよく、さらにボンディング部品自体（例えばリードフレーム）の何らかの突起や検出に適した形状の通孔をリファレンス部材として利用してもよい。

【0069】なお、上記各実施形態では、ツール4とリファレンス部材30（またはリファレンスマーク135a）との位置関係を測定してからツール4を移動して位置検出用カメラ7とリファレンス部材30（またはリファレンスマーク135a）との位置関係を測定する構成としたが、両測定の順番は逆であってもよい。また上記各実施形態では、本発明における処理部材を単独のツール4とした場合について説明したが、本発明は複数の加工ヘッドと位置検出用撮像器とのオフセット量の測定や、これら複数の加工ヘッド相互間のオフセット量の測定について適用することも可能である。

【0070】また、上記実施形態では光学部材としてプリズム、ハーフミラーやミラーを用いる構成としたが、本発明における光学部材は、処理部材およびリファレンス部材30（またはリファレンスマーク135a）の像光を位置検出用撮像器に導き得る構成であればよく、例えばリファレンス部材30に対し互いに角度を異にして対向するように配置された光ファイバであってもよい。また、上記実施形態では撮像器としてカメラを用いたが、本発明における撮像器は光を検出し得る構成であればよく、例えばラインセンサでもよい。また上記実施形態では、本発明をワイヤボンディング装置に適用した場合について説明したが、本発明をダイボンディング装置、テープボンディング装置、フリップチップボンディング装置などの他の各種のボンディング装置に適用でき

ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係るボンディング装置の要部を示す斜視図である。

【図2】 第1実施形態の要部を示す平面図である。

【図3】 第1実施形態の要部を示す一部切欠した正面図である。

【図4】 第1実施形態の制御系を示すブロック図である。

【図5】 オフセット補正におけるツール、位置検出用カメラおよびリファレンス部材の配置状態を示す平面図である。

【図6】 (a) および (b) はツールをリファレンス部材に近接させた姿勢における画像を示す説明図である。

【図7】 位置検出用カメラをリファレンス部材に近接させた姿勢における画像を示す説明図である。

【図8】 第2実施形態の要部を示す正面図である。

【図9】 第3実施形態の要部を示す斜視図である。

【図10】 第5実施形態の要部を示す正面図である。

【図11】 第6実施形態の要部を示す正面図である。

【図12】 第7実施形態の要部を示す正面図である。

【図13】 (a) は第8実施形態の要部、(b) はその変形例の要部を示す平面図である。

【図14】 (a) は第2ないし第7実施形態における光学部材の要部、(b) はその変形例を示す平面図である。

【図15】 第9実施形態の要部を示す平面図である。

【図16】 第10実施形態の要部を示す斜視図である。

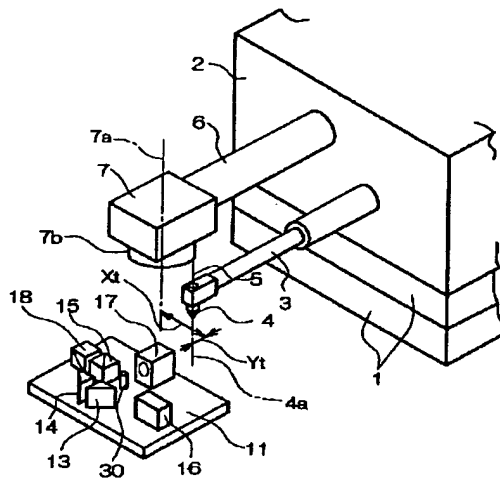
【図17】 第11実施形態の要部を示す斜視図である。

【図18】 第11実施形態の要部を示す正面図である。

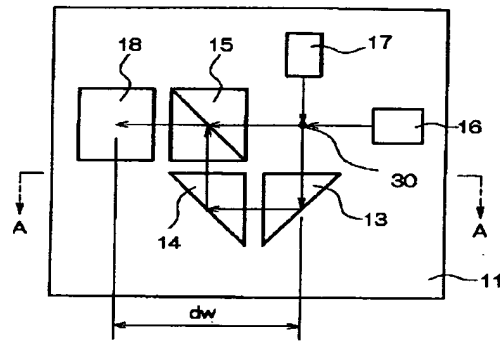
【符号の説明】

1 XYテーブル、2 ボンディングヘッド、3 ボンディングアーム、4 ツール、4a 軸心、7 位置検出用カメラ、7a 光軸、7b、7c、7d、7e、7f、7g レンズ、11、111 リファレンス部支持台、13、14、18、88、93、103、108、109、113、114、118、135、138 プリズム、15、82、95、105、115 ハーフミラー、16、17、86、87、96、97、106、107 レーザダイオード、22 リードフレーム搬送用レール、24 ボンディングステージ、30 リファレンス部材、30a 軸心、40、50、89 補正レンズ、128 スクリーン部材、135a リファレンスマーク。

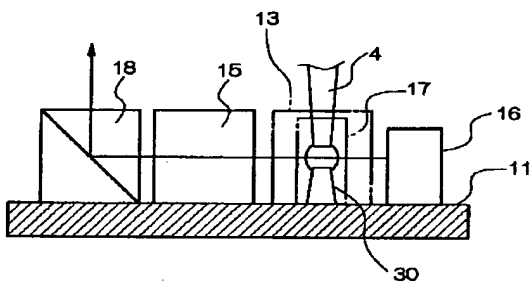
【図1】



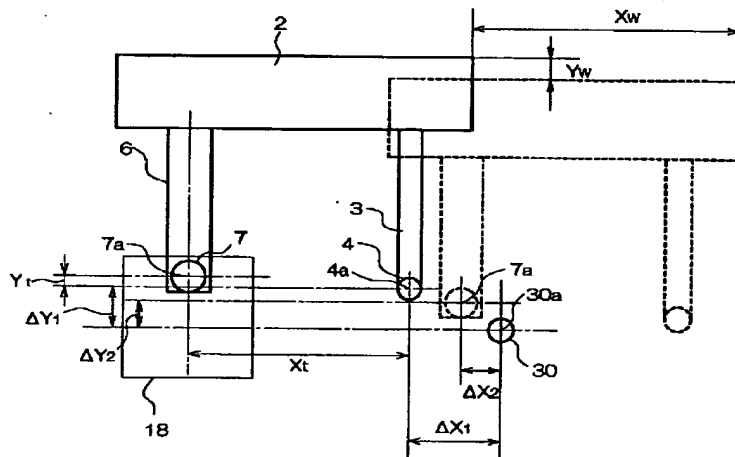
【図2】



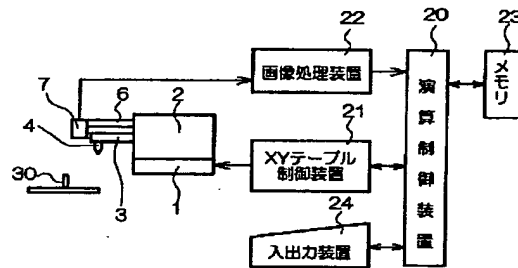
【図3】



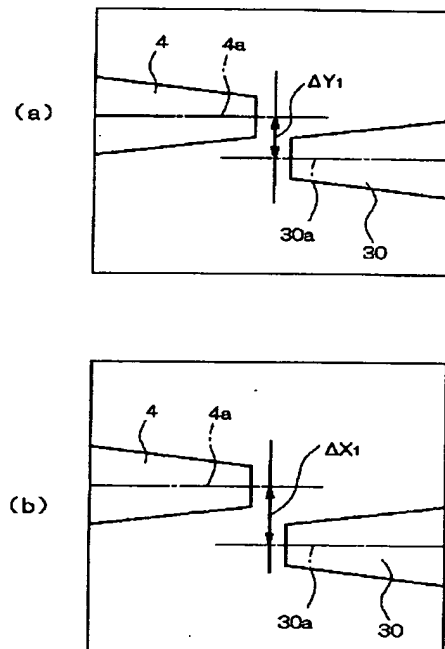
【図5】



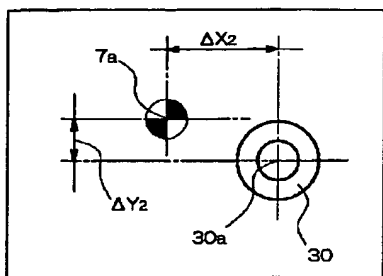
【図4】



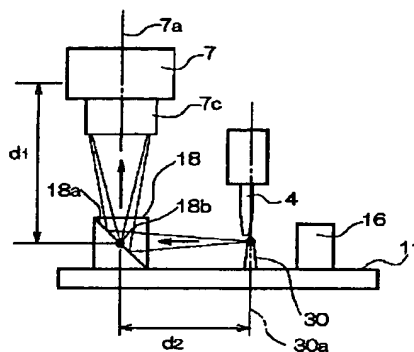
【図6】



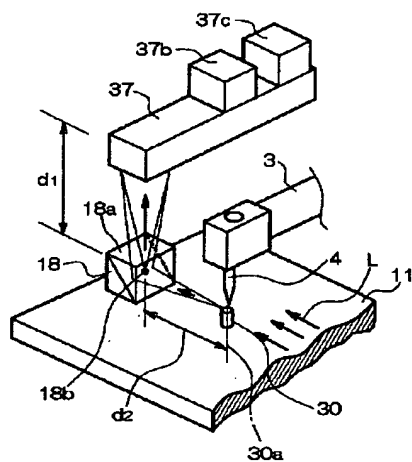
【図7】



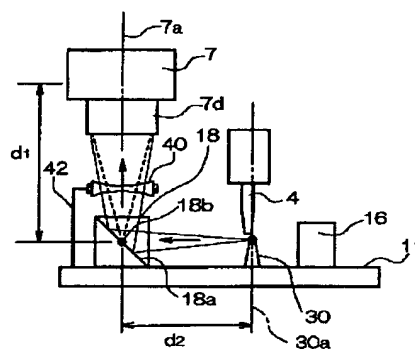
【図8】



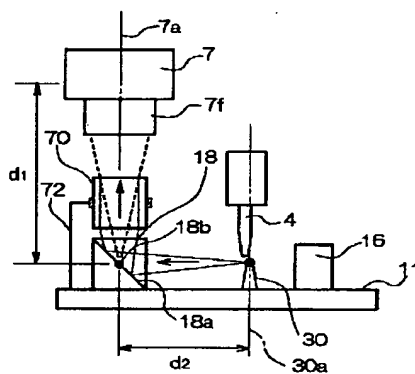
【図9】



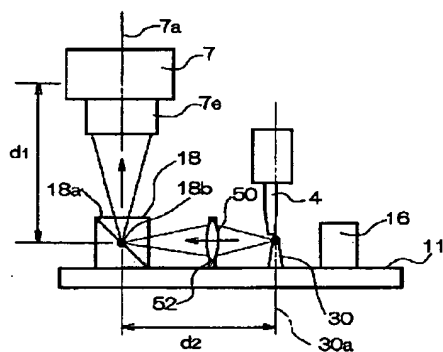
【図10】



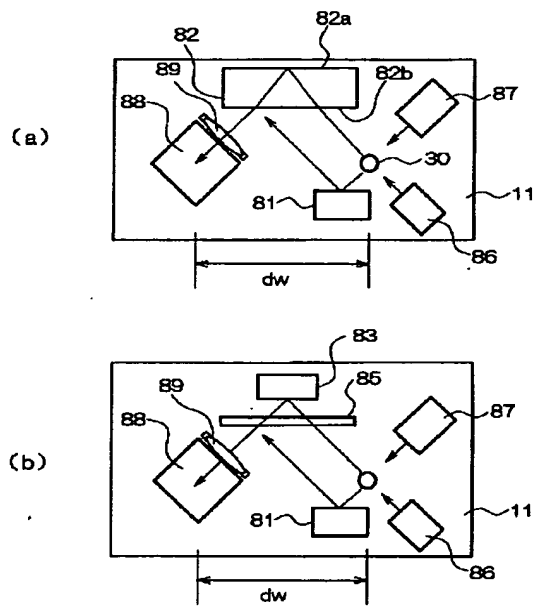
【図12】



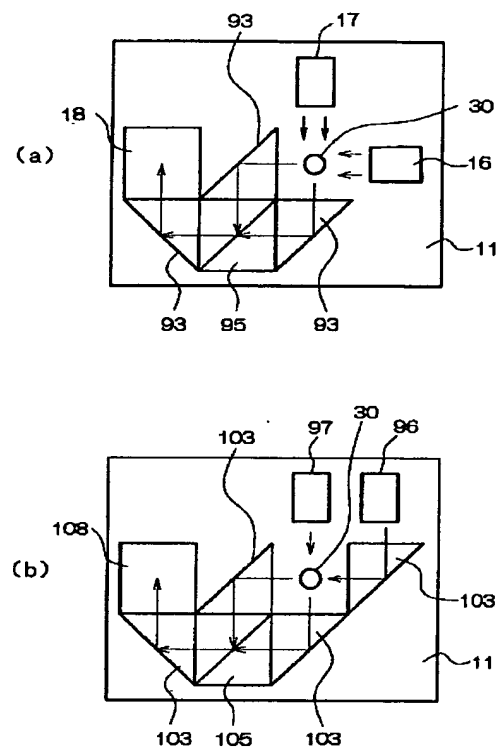
【図11】



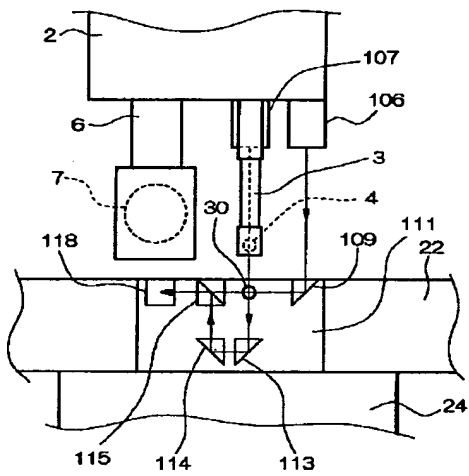
【図13】



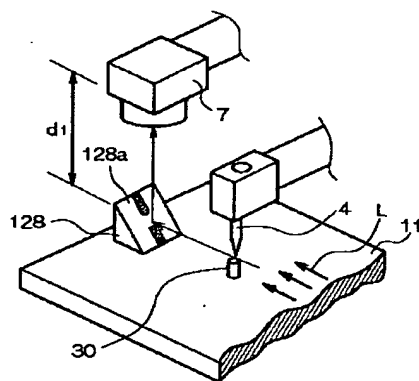
【図14】



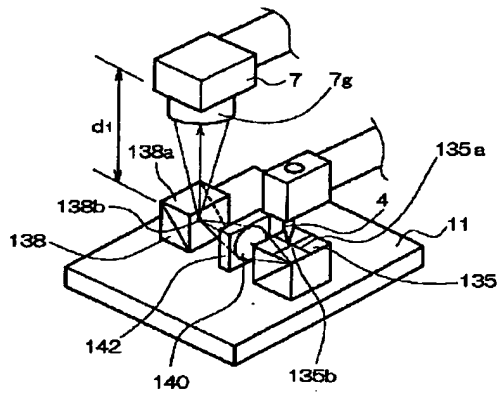
【図15】



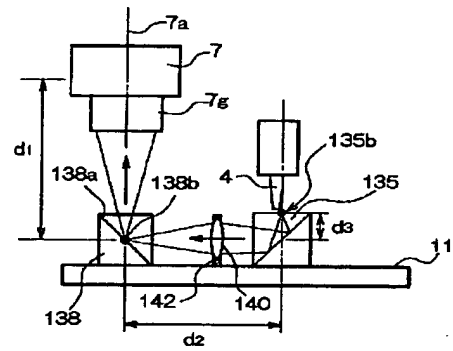
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 榎戸 聡
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1
株式会社新川内

(72)発明者 笹野 利明
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1
株式会社新川内

Fターム(参考) 5F044 BB00 BB19 DD01 DD02 DD10

PP17

5F047 AA11 FA15 FA16 FA32 FA79